

新潟県柏崎地域を例とした、CCS 事業における最適な土壌内 CO<sub>2</sub> 観測データ解析手法の検討

(株式会社 INPEX\*・九州大学\*\*) ○河野 昭博\*・畔田 慎太郎\*・小林 佑輝\*、

菅井 裕一\*\*

## 1. 緒言

近年 CO<sub>2</sub> の排出を抑制する一つ的手段として CO<sub>2</sub> の地下貯留 (CCS; Carbon Capture and Storage) が注目されており、世界各地で CCS プロジェクトが進行している。一方で、CCS の安全性について、地元住民・自治体等のステークホルダーに説明して理解を得ることは、事業を円滑に進めていくうえで極めて重要である。特に、地下に貯留された CO<sub>2</sub> が地表へ漏出するかどうかという点は社会的に大きく注目される点であり、事業主は漏出有無の監視、及び漏出確認後の迅速な対応が求められる。CO<sub>2</sub> が貯留層から地表へ漏出していないかを地表で監視する手法の一つとして、表層土壌内の CO<sub>2</sub> 濃度を監視する手法が挙げられる。一方で、土壌内 CO<sub>2</sub> 濃度は自然由来の様々な要因 (土壌条件、気象・気候条件等) により変動するため、CO<sub>2</sub> 圧入前の一定期間バックグラウンドデータを取得し、自然由来の変動を考慮した異常検出基準 (ベースライン) 作成のための事前検討が必要となる。本講演では、新潟県柏崎地域を例に、複数観測点で観測された CO<sub>2</sub> 濃度データに対する複数解析手法の適用結果例を示し、CCS プロジェクトにおける最適な CO<sub>2</sub> の早期漏出検知のための解析手法・手順について議論する。

## 2. 観測・解析手法

2023 年 8 月に新潟県柏崎市内に観測点を 5 点設営し、各観測点に CO<sub>2</sub>・O<sub>2</sub> センサー、及び土壌温度・水分計を開閉式チャンバー内に設置した。チャンバーは蓋を 1 時間 45 分間閉鎖し、その間に土壌から放散される CO<sub>2</sub> の濃度変化を記録後、15 分間開放することでチャンバー内の CO<sub>2</sub> 濃度を大気中の CO<sub>2</sub> 濃度にリセットするというサイクルで運用した。この開閉操作を繰り返すことで、チャンバーの蓋が

閉鎖されている期間における CO<sub>2</sub> 濃度の最大上昇勾配から土壌 CO<sub>2</sub> フラックス (単位時間・単位面積あたりの CO<sub>2</sub> 放散量、単位: mmol/m<sup>2</sup>/hour) を算出する。この土壌 CO<sub>2</sub> フラックスは、土壌内の微生物活動によって増減する土壌内 CO<sub>2</sub> 濃度と強い相関があると考えられ、同値と微生物活動に大きな影響を及ぼす土壌温度・土壌水分との関係を基にベースラインを構築することで、異常値の判定が可能になると考えられる。一方で、土壌 CO<sub>2</sub> フラックスは気圧の変化や降雨による土壌内の通気性の変化等の影響を受ける可能性があり、時にデータの過大・過小評価が起こることが予想される。そのため、本検討では土壌 CO<sub>2</sub> フラックスに加え、蓋閉鎖時の土壌からの CO<sub>2</sub> 放散パターンをモデル化することで、土壌内 CO<sub>2</sub> 濃度の推定を試み、同濃度と土壌 CO<sub>2</sub> フラックスの双方について観察を行った。加えて、求めた土壌 CO<sub>2</sub> フラックスと土壌内 CO<sub>2</sub> 濃度の変化の要因について分析するため、土壌温度・水分・O<sub>2</sub> 濃度・気象条件との関係についても観察を行った。

## 3. 結果・議論

5 観測点全点で各季節の連続データを取得した結果、蓋閉鎖時の CO<sub>2</sub> 濃度の変動は夏季において最も大きく、冬季はほとんど変動しない (土壌 CO<sub>2</sub> フラックスがほぼゼロ値となる) 様子が確認された。外部から CO<sub>2</sub> が土壌に供給されて土壌 CO<sub>2</sub> フラックスの上昇が起きた場合、冬季は解析無しでも異常判定が容易であると考えられる。一方で、夏季は様々な自然由来の変動が見られたため、上述の解析手法を適用することで、自然由来変動の影響を低減するベースラインの設定、及びそこからの異常値判定が可能か検証を行った。本講演では、主に春～秋にかけて取得されたデータの解析結果を示しながら、最適な CO<sub>2</sub> の早期漏出検知手法について議論する。